

21 世纪高等职业教育
模具设计与制造技术规划教材



附光盘

塑料成型工艺 与模具设计

钱泉森 主编

精选当代工程图例

引入工程实践环节

诚邀教授名家执笔

重点图例汇集成册

强调练习
与实践相结合
免费提供
电子教案、课件
和习题答案



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21 世纪高等职业教育模具设计与制造技术规划教材

塑料成型工艺与模具设计

钱泉森 主编

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

塑料成型工艺与模具设计 / 钱泉森主编. —北京: 人民邮电出版社, 2007.1

21 世纪高等职业教育模具设计与制造技术规划教材

ISBN 7-115-15333-7

I. 塑... II. 钱... III. ①塑料成型—工艺—高等学校: 技术学校—教材②塑料模具—设计—高等学校: 技术学校—教材 IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 116744 号

内 容 提 要

本书突出了高职高专特色, 在吸收教学经验和教学成果的基础上, 从生产实际出发, 结合高职课程体系重组和整合的变化情况, 突出重点, 以够用实用为原则, 在课程内容上, 围绕模塑成型工艺、成型设备与模具设计三大主题, 体现了“塑料成型工艺编制”和“模具设计”的核心技能。

本书系统地介绍塑料成型工艺编制和模具设计基本技能, 紧密结合模具技术的新发展, 阐述了模具设计方法和技巧。本教材取材精炼, 深入浅出, 内容与相关实践性环节联系紧密。全书共分 8 章, 包括塑料、塑料成型工艺与成型设备、注射成型模具、压缩成型模具、挤出成型模具、气动成型模具、塑料模具寿命与塑料模具材料选择、塑料模具设计实例等。每章前编写了学习目标和学习建议, 每章后附有思考与练习题。

本书配有光盘, 内容丰富翔实, 对于书中的重点更以视频的形式给出。

本书为普通高等职业院校模具设计与制造专业的规划教材, 亦可供有关模具设计制造专业工程技术人员参考。

21 世纪高等职业教育模具设计与制造技术规划教材

塑料成型工艺与模具设计

- ◆ 主 编 钱泉森
责任编辑 杨 堃
执行编辑 张 鑫
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京市通州大中印刷厂
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 20.5
字数: 501 千字
印数: 1—3 000 册
- 2007 年 1 月第 1 版
2007 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-15333-7/TN · 2870

定价: 33.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

21 世纪高等职业教育模具设计与制造技术 规划教材编写委员会

主 任	翁其金	王其昌	李迈强			
副 主 任	刘亚琴	邱国庆	钱泉森	陈洪涛	虞建中	向 伟
委 员	(排名不分先后)					
	马西秦	邓志久	朱江峰	胡照海	周 虹	徐志扬
	宋文学	贾崇田	刘战术	朱登洁	朱国平	唐 健
	廖兆荣	首 珩	朱光力	蔡冬根	苏 珉	张光明
	林海岚	罗学科	李 奇	张志鸣	周明湘	李名望
	王浩钢	刘向东	瞿川钰	朱国平	窦 凯	杨好学
	迟之鑫	王春海	刘小群	孟 奎	余少玲	郑 金
	陈福安	左文钢	王泽中	陈智刚	黎 震	张国文
	赵先仲	蔡向朝	陈加明	丁学恭	黄 海	杨化书
执行编委	杨 堃	蔡冬根	王浩钢	林海岚	李 奇	
审读主任	张岐生	彭炎荣	段来根	李 华		

前 言

在当今世界上，高度发达的制造业和先进的制造技术已经成为衡量一个国家综合经济实力和科技水平的最重要标志之一，成为一个国家在竞争激烈的国际市场上获胜的关键因素。目前，中国制造业已跻身世界第四位，中国已成为制造业大国，但尚不是制造业强国。中共十六大明确提出：“用高新技术和先进适用技术改造传统产业，大力振兴装备制造业。”当前，要从制造大国走向制造强国，必须优先发展先进制造业。这就要求，必须大力发展以数控技术为主的先进制造技术，提高模具设计制造水平，提升计算机辅助设计与制造（CAD/CAM）的技术水平。

自改革开放以来，到目前为止制造业在中国国民经济中的比重已占到 45%，制造业部门成为 GDP 增长的主要支撑力量。无论从制造业占国民生产总值和财政收入的比重来讲，还是从扩大就业、保持社会稳定来讲，我们都可以肯定地说，至少在 21 世纪前 50 年制造业仍然是我国国民经济增长的主要源泉。

制造业要发展，人才是关键。尽快拥有一批高技能人才和高素质劳动者，是先进制造业实现技术创新和技术升级的迫切要求，高等职业教育担负着培养高技能人才的根本任务。中国打造“世界工厂”，为中国高等职业教育的发展提供了难得的机遇和艰巨的挑战。

为顺应中国制造业的深层次发展和现代设计方法、数控技术的广泛应用，人民邮电出版社组织全国知名专家，经过与现代数控、模具生产制造企业技术人员的反复研讨，编写了适合当前技术改革、紧跟技术发展的相关高等职业学校教材，包括数控技术规划教材、模具设计与制造技术规划教材、机械专业基础规划教材、计算机辅助设计与制造技术规划教材四个系列，系列之间紧密联系、相辅相成。

四个系列教材均以高等职业教学中的实际技能要求为主旨，内容简明扼要，突出重点。编写方法上注重发挥实例教学的优势，引入众多生产应用实例和操作实训题，便于读者对全书内容的融会贯通，加深理解。其特色主要有如下几点：

1. 教材的重点实例全部编入图册，形成全套教材的整体配合。图册既可以作为全套教材的总结，又可以作为工程实例中的模板。既可以使学生们在三年的学习之后，通过图册加以回顾；又可以在工作中，通过对已学实例加以修改完成工程项目要求。

2. 教材的例图尽量使用当前常用的新图，尽量贴近工程。

3. 辅助设计的教材全部采用“案例教学”的教学方法，并且设计了软件学会之后与工程实践相结合的实践教程（实践教程配有视频教学光盘）。

4. 采用螺旋结构、分四层逐级深入的教学方法，形成各系列教材的整体配合。

5. 课程的整体设计上，特别强调与工程实践的联系。各系列中最后的几门课程，尽量联系到当代工程的实例，使学生们在学习了一定的知识、掌握了相关的技能后，能够应用于工程中。

四个系列的教材分别适合于高职高专院校机械类专业的数控、模具、基础和辅助设计的

课程教学,也可选作数控、模具技能培训教材或从事数控加工和模具设计的广大工程技术人员的参考书。

我们衷心希望,全国关心高等职业教育的广大读者能够对教材的不当之处给予批评指正,来信请发至 yangkun@ptpress.com.cn。

21 世纪高等职业教育模具设计与制造技术规划教材编写委员会

编者的话

本书是根据 2005 年杭州“全国高等职业教育数控、模具专业人才培养方案和教材开发研讨会”和高职高专教材编委会的要求,结合“模具设计与制造”专业教学大纲和教学计划编写的。

本书在编写过程中,考虑到高职高专学生学习专业课的实际情况,充分体现高职高专特色,吸收了各校的教学经验和教学成果,从生产实际出发,结合高职教学情况,突出重点,以必需、够用、实用为原则。在课程内容上,围绕模塑成型工艺、成型设备与模具设计三大主题,以培养学生从事塑料成型工艺编制和模具设计基本技能为核心。

本教材全书和配套光盘由江西现代职业技术学院钱泉森编写。全书共 8 章,取材精炼,深入浅出,教材内容与相关实践性环节配合默契、联系紧密。为便于教学,每章前编写了学习目标和学习建议,每章后附有思考与练习题,并在难点内容中有实例,以帮助学生学习的。为突出模具设计核心技能教学,“塑料模设计实例”的内容放在教材最后一章,以对所学知识进行梳理,达到巩固所学内容和综合应用的目的。

本书在编写和审稿过程中,得到了翁其金,朱光力,段来根,陈智刚,王浩钢,林海岚,郑金,蔡冬根,虞建中,丁学恭,彭炎荣,杨化书、单冬敏,孙悦等老师的帮助,以及深圳希望太阳能灯饰制品有限公司陈义行、梁光华,深圳市南方精诚模塑五金制品有限公司熊新梁,惠阳淡水捷佳模具厂徐海宏,顺德泰祥电子有限公司范大武等专家的大力支持,并提出了宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促,加之水平有限,书中难免存在缺点和错误,恳请广大读者批评指正。

编者

2006 年 5 月

目 录

绪论	1
0.1 我国塑料模具工业现状及其发展	1
0.1.1 塑料及其应用	1
0.1.2 我国塑料模具工业的发展	3
0.2 本课程的性质、任务和学习方法	5
第1章 塑料	7
1.1 塑料及其性能	7
1.1.1 塑料的组成	7
1.1.2 塑料的分类	8
1.1.3 塑料的性能	9
1.2 塑料的改性	19
1.2.1 增强改性	19
1.2.2 塑料的其他改性	21
1.3 塑料的鉴别	22
思考与练习题	23
第2章 塑料成型工艺与成型设备	25
2.1 塑料成型工艺方法	25
2.1.1 注射模塑成型工艺	25
2.1.2 压缩成型工艺	26
2.1.3 挤出成型	28
2.1.4 其他成型方法简介	29
2.2 注射成型设备及注射成型工艺	29
2.2.1 注射机的组成、分类及规格表示法	29
2.2.2 注射装置	31
2.2.3 合模装置	38
2.2.4 注射机的主要技术参数	44
2.2.5 注射机的安装、调试、操作及维护	47
2.2.6 注射生产控制	54
2.3 压缩成型设备及压缩成型工艺	67
2.3.1 压力机的结构、工作原理及分类	67
2.3.2 压力机的主要零部件	69
2.3.3 压力机的主要技术参数及选择	73
2.3.4 压力机的安装调试及安全使用和维护	75

2.3.5 压缩成型工艺过程	76
2.3.6 压缩成型的工艺特性和影响因素	78
2.4 挤出成型设备与挤出成型工艺	80
2.4.1 挤出成型设备	80
2.4.2 挤出成型工艺参数	83
2.4.3 机头与挤出机的连接	87
2.5 塑料制品的工艺性	88
2.5.1 制品的尺寸精度和表面质量工艺性	88
2.5.2 塑料制品的结构工艺性	89
思考与练习题	99
第3章 注射成型模具	102
3.1 注射模具基本结构及其分类	102
3.1.1 注射模具的基本结构	102
3.1.2 注射模具的分类	104
3.1.3 典型注射模具特点	104
3.2 注射模具与注射机有关工艺参数校核	109
3.2.1 注射机主要技术参数	109
3.2.2 注射机有关工艺参数的校核	111
3.3 分型面的选择	115
3.3.1 分型面的类型	115
3.3.2 分型面选择的一般原则	116
3.4 浇注系统设计	118
3.4.1 浇注系统的组成与作用	118
3.4.2 普通浇注系统的设计	119
3.4.3 排气与引气系统设计	134
3.4.4 热流道注射模	135
3.5 成型零件设计	139
3.5.1 型腔的结构设计	139
3.5.2 凸模和型芯的结构设计	142
3.5.3 螺纹型芯和螺纹型环的结构设计	143
3.5.4 齿轮型腔的结构设计	145
3.5.5 成型零件的尺寸计算与实例	146
3.5.6 型腔、底板的强度和刚度计算	154
3.6 侧向分型与抽芯机构设计	157
3.6.1 侧向分型与抽芯机构的工作原理	157
3.6.2 侧向分型与抽芯机构分类	157
3.6.3 机动式结构类型	158
3.6.4 抽芯距和抽拔力的计算	161
3.6.5 斜导柱侧向分型与抽芯机构	162

3.6.6 斜导柱抽芯机构中的干涉现象	167
3.6.7 斜导柱抽芯机构的几种结构形式	170
3.6.8 定距分型拉紧机构	172
3.6.9 斜滑块侧向分型与抽芯机构	174
3.6.10 齿轮齿条侧向抽芯机构	177
3.7 推出机构设计	178
3.7.1 推出机构的结构组成和分类	178
3.7.2 推出零件的设计	179
3.7.3 二级推出机构	188
3.7.4 其他推出机构	194
3.8 模架零部件的设计及选用	199
3.8.1 合模导向装置的设计	199
3.8.2 模架的主要组成零件及标准	203
3.9 模具温度调节系统设计	205
3.9.1 模具温度调节系统的重要性	205
3.9.2 模具温度调节系统设计的基本要求	206
3.9.3 模具加热装置设计	206
3.9.4 模具冷却装置设计	207
思考与练习题	211
第4章 压缩成型模具	213
4.1 压缩成型模具的类型及基本结构	213
4.1.1 压缩模具的基本结构	213
4.1.2 压缩模具的类型	215
4.2 压缩模具设计要点	217
4.2.1 塑件在模具内加压方向的选择	217
4.2.2 凸、凹模配合的结构形式	219
4.2.3 加料腔的尺寸计算	223
4.2.4 导向机构	226
4.2.5 脱模机构设计	226
4.2.6 压缩模的手柄	231
4.2.7 侧向分型抽芯机构设计	232
思考与练习题	234
第5章 挤出成型模具	235
5.1 挤出成型模具的结构	235
5.1.1 挤出成型模具的结构组成	236
5.1.2 挤出成型机头的设计原则	237
5.2 管材类挤出成型机头	238
5.2.1 常用结构	238
5.2.2 棒材挤出成型机头的结构	239

5.2.3 电线电缆挤出成型机头	240
5.2.4 挤出机头的设计	241
5.3 吹塑薄膜机头	246
5.4 板材片材类挤出机头	248
5.4.1 板材片材类挤出机头分类	248
5.4.2 异型材挤出机头	251
思考与练习题	253
第6章 气动成型模具	254
6.1 中空成型模具	254
6.1.1 中空吹塑模具的分类及成型工艺	254
6.1.2 中空吹塑模具设计	256
6.2 真空成型模具	260
6.2.1 真空吸塑的成型特点及工艺	260
6.2.2 塑件设计	262
6.2.3 模具设计	263
6.3 压缩空气成型模具	265
6.3.1 压缩空气成型的特点	265
6.3.2 压缩空气成型模具	265
思考与练习题	267
第7章 塑料模具寿命与材料	268
7.1 塑料模具寿命	268
7.1.1 塑料模具的工作条件及失效形式	268
7.1.2 影响塑料模具寿命的因素及提高寿命的方法	269
7.2 塑料模具材料及选用	270
7.2.1 模具成型零件对材料的要求	270
7.2.2 塑料模具材料	270
7.2.3 塑料模具材料的选用及热处理要求	274
7.2.4 塑料模具的表面处理	278
思考与练习题	279
第8章 塑料模具设计实例	280
8.1 塑料模具设计基本程序	280
8.2 注射模具设计实例	285
8.3 压缩模具设计实例	291
思考与练习题	299
附录	302
参考文献	318

绪 论

0.1 我国塑料模具工业现状及其发展

0.1.1 塑料及其应用

塑料是以树脂为主要成分,加入其他添加剂,在一定温度和压力下塑化成型的高分子合成材料。

从1910年生产酚醛塑料算起,塑料工业的发展还不到100年,但发展速度十分惊人。1910年全世界塑料产量只有2万吨,2005年达到223万吨。2005年亚洲、欧洲和北美洲塑料产量占世界总产量的90%以上,塑料产量前5名的国家有美国、德国、中国、日本和韩国。目前有300多种塑料品种,且每年以10%左右的速度增长,塑料、钢铁、木材和水泥是现代社会中的四大基础材料。

建国前夕,我国只有上海、广州、武汉、重庆等一些大城市有作坊式的塑料制品加工厂,总产量很低。经过多年的发展,我国塑料工业不仅使塑料制品总产量跃居世界第二位,而且在塑料加工、产品开发及应用等方面都已步入塑料先进大国行列,塑料工业在国民经济中有着极其重要的地位。

1. 塑料工业的发展促进了现代科学技术的发展

近年来,高速飞行器(如超音速飞机、火箭、导弹等)的制造,宇宙航行(如人造卫星、宇宙飞船等)的开发,原子能的利用以及电子技术的研究,对材料提出越来越苛刻的要求,如质量轻、强度大、耐高温、耐腐蚀。

据报导,可载200多人的波音757型喷气式大型客机就有2500个部件是用塑料制成的。美国的全塑料火箭所用玻璃钢占总重的80%。在宇宙飞船阿波罗上采用塑料制成的部件有上千种。从一般的垫圈到飞船的阻燃外壳、宇宙服及登月舱等都应用着品种甚多的塑料。

在原子能利用方面,例如,要使 γ -射线强度减低到千万分之一,使人体不受射线的危害,需要35cm厚的铝板作为原子反应堆的防护层,这种厚度的铝板 1m^2 重4t,而每 1m^3 反应堆的容器,需要重100t的防护层;如果改用塑料作为防护层,就可大大减少厚度。此外,塑料还可以作为原子能工厂的防护劳保服;利用塑料处理工厂排出的废水,以防环境污染。

随着电子技术的高速发展,对电子器件提出越来越高的要求,如体积小、重量轻、性能可靠、成本低等。随着固体电路、分子电路、集成电路等的出现以及高频和超高频技术的广泛应用,对材料性能的要求更加苛刻了。可以肯定,要想设计和制造一部电子设备,离开了塑料是难以实现的。尽管雷达早在第二次世界大战初期已经研究成功,但由于当时缺乏高频绝缘材料,因而直到聚苯乙烯等高频绝缘材料出现后,雷达才被人们制造出来。

2. 塑料工业的发展加速了国防现代化建设

塑料在军事上的应用是多种多样的。例如,用玻璃钢制造的火箭外壳,不但重量轻,制造劳动量小,而且结构紧凑,性能良好;塑料在军用飞机上的应用,从玻璃钢防弹油箱到雷达罩开始,目前已发展到几千种零件都用塑料制造,如一架喷气式轰炸机使用的玻璃钢部件达千个以上,总重超过 1t;世界上第一架全塑料飞机现已实际飞行,平均飞行速度可达 327km/h,整架飞机除发动机、电子设备及机轮外,全部都是用塑料制成的,国外还出现了全塑料歼击机、侦察机等。

用塑料来制造扫雷艇、潜艇等,既减轻本身重量,增加载重量,又降低油耗,提高航速。利用泡沫塑料可以架设军用浮桥,打捞海底沉船。

此外,坦克外壳、工事沙包、降落伞、军用帐篷、枪托、钢盔衬里、军用水壶等都可广泛使用塑料。

3. 塑料工业的发展推动了农业现代化的发展

在农业方面广泛应用塑料,可以推动农业现代化的发展。例如,在早春气温较低的时候,用塑料薄膜覆盖幼苗保温,可以提早播种期,大大提高土地的利用率,在必要的时候,也可以用来延迟收割期。这种薄膜可以代替温室和暖棚的玻璃,它的价格比普通玻璃便宜。塑料薄膜保温能力强,透光性好,使用方便,质地坚固,不怕冰雹或强风袭击,不用时收藏起来还不占地方。采用塑料薄膜育种能提早水稻收割 15~26 天,增产 15%~20%。塑料温室内部能够全年生长作物,如辣椒、西红柿、黄瓜、茄子等,可以大大缓解淡季蔬菜供应紧张。

塑料薄膜还可用于水果的预包装,它与水果的表皮类似,不透水但有一定的透气性。将薄膜袋放在尚未成熟的水果表面,水果成熟时,塑料袋也会膨胀而形成第二层包装的外皮。这种方法有助于保护水果,防止病虫害。

现在有一种特殊塑料,加到生土中就会使生土变成熟土,适于种植。还有一种塑料,将它混入土壤中,其作用犹如贮水槽,当植物浸水时,塑料就吸水;当土壤干涸时,这种塑料就把水分释放到土壤中。

有一种塑料,把它撒在秧田里,在水面上会形成一层薄膜,这种薄膜可以防止水分蒸发,从而保持水温,使秧苗提早发育。如果把它撒到水库里,就可以减少水库里水的蒸发。还有一种泡沫塑料管和微孔塑料管,把它埋在地下,水在泥土下面,直接渗入作物的根部,这样可以不用沟渠,既可增大耕地的面积,又能减少水分的蒸发。

此外,利用塑料可使海水淡化,改造盐碱地和低洼地,建设小型水库,制造农业机具(如风谷机、水库等)及农具(如农药喷射器、粪勺、提桶等),编织渔网,制造浮子以及农产品包装、储存等。

4. 塑料的发展提高了人民的健康和物质生活水平

塑料给人们的身体健康带来福音,也提高了人们的物质生活水平。例如,用塑料做的假牙,酷似真牙,这早已为大家所熟悉。大血管坏了,可以用塑料管接起来;肾脏坏了,可用塑料人工肾脏来代替。近年来,还可以用塑料接骨,修补头骨。又如,患肾炎的病人不能食盐,如果让他先吃下一种塑料,再吃含有盐分的可口食物就可以了,因为盐分将被塑料除去。

此外,塑料还可以治疗胃溃疡、心脏病、高血压、肝脏病、水肿病等;塑料可以用来制造假肢,提取链霉素,作为药物包装材料,制造医疗器械等。

塑料为人们提供了越来越丰富的生活日用品,例如,玲珑有趣的儿童玩具、逗人喜爱的

手机、透明美观的文件夹、轻便耐穿的运动鞋、轻盈价廉的移动硬盘、鲜艳夺目的花卉等，将人们带进了“塑料世界”。

许多家用电器都离不开塑料。例如，DVD、DV、电视机、录像机和电脑等的外壳及元器件，电冰箱的内衬，洗衣机的内缸及面板，吸尘器的外罩及管子，电风扇的风叶等都是用塑料制成的。

总之，各种新型的塑料制品的市场发展前景十分看好，应用范围越来越广泛。

0.1.2 我国塑料模具工业的发展

20 世纪 80 年代以来，我国模具工业发展迅速，年均增速为 13%。据不完全统计，2003 年我国模具生产厂点有 2 万多家，从业人员 50 多万人。2004 年模具行业的发展保持良好势头，模具企业总体上订单充足，任务饱满，2004 年模具产值 530 亿元。进口模具 18.13 亿美元，出口模具 4.91 亿美元，分别比 2003 年增长 18%、32.4%和 45.9%。

我国塑料模具工业从起步到现在，历经半个多世纪，有了很大发展，模具水平有了较大提高。在大型模具方面，已能生产 48 英寸大屏幕彩电塑壳注射模具、6.5kg 大容量洗衣机全套塑料模具以及汽车保险杠和整体仪表板等塑料模具；精密塑料模具方面，已能生产照相机塑料件模具、多型腔小模数齿轮模具及塑封模具。如天津津荣天和机电有限公司和烟台北极星 I.K 模具有限公司制造的多腔 VCD 和 DVD 齿轮模具，这类齿轮塑件的尺寸精度、同轴度、跳动等要求都达到了国外同类产品的水平，而且还采用了最新的齿轮设计软件，纠正了由于成型收缩造成的齿形误差，达到了标准渐开线齿形要求。还能生产厚度仅为 0.08mm 的一模两腔的航空杯模具和难度较高的塑料门窗挤出模具等。注塑模型腔制造精度可达 0.02mm~0.05mm，表面粗糙度 $Ra0.2\mu m$ ，模具质量、寿命明显提高了，非淬火钢模寿命可达 10 万次~30 万次，淬火钢模达 50 万次~1 000 万次，交货期较以前缩短，但和国外相比仍有较大差距，具体数据见表 0.1。

表 0.1 国内外塑料模具技术比较表

项 目	国 外	国 内
注塑模型腔精度	0.005mm~0.01mm	0.02mm~0.05mm
型腔表面粗糙度	$Ra0.01\mu m\sim0.05\mu m$	$Ra0.20\mu m$
非淬火钢模具寿命	10 万次~60 万次	10 万次~30 万次
淬火钢模具寿命	160 万次~300 万次	50 万次~100 万次
热流道模具使用率	80%以上	总体不足 10%
标准化程度	70%~80%	小于 30%
中型塑料模具生产周期	1 个月左右	2~4 个月
在模具行业中的占有量	30%~40%	25%~30%

成型工艺方面，多材质塑料成型模、高效多色注射模、镶件互换结构和抽芯脱模机构的创新设计方面也取得较大进展。气体辅助注射成型技术的使用更趋成熟，如青岛海信模具有限公司、天津通信广播公司模具厂等厂家成功地在 29~34 英寸电视机外壳以及一些厚壁零件的模具上运用气辅技术。一些厂家还使用了 C-MOLD 气辅软件，取得较好的效果，如上海新普雷斯等公司就能为用户提供气辅成型设备及技术。热流道模具开始推广以来，有的厂家采

用率达 20% 以上, 一般采用内热式或外热式热流道装置, 少数单位采用具有世界先进水平的高难度针阀式热流道装置。但总体上热流道的采用率达不到 10%, 与国外的 50%~80% 相比, 差距较大。

在制造技术方面, CAD/CAM/CAE 技术的应用水平上了一个新台阶, 以生产家用电器的企业为代表, 陆续引进了相当数量的 CAD/CAM 系统, 如美国 EDS 的 UG II、美国 Parametric Technology 公司的 Pro/Engineer、美国 CV 公司的 CADSS、英国 Deltacam 公司的 DOCT5、日本 HZS 公司的 CRADE、以色列公司 CIMATRON 的 Cimatron、美国 AC-Tech 公司的 C-Mold 及澳大利亚 Moldflow 公司的 MPA 塑模分析软件等。这些系统和软件的引进, 虽然花费了大量资金, 但在我国模具行业中, 实现了 CAD/CAM 的集成, 并能支持 CAE 技术对成型过程, 如充模和冷却等进行计算机模拟, 取得了一定的技术经济效益, 促进和推动了我国模具 CAD/CAM 技术的发展。近年来, 我国自主开发的塑料模具 CAD/CAM 系统有了很大发展, 主要有北航华正软件工程研究所开发的 CAXA 系统、华中理工大学开发的注塑模 HSC 系统及 CAE 软件等, 这些软件具有适应国内模具的具体情况、能在微机上应用且价格较低等特点, 为进一步普及模具 CAD/CAM 技术创造了良好条件。

快速成型 (Rapid Prototyping, RP) 技术自 20 世纪 80 年代问世以来, 在成型系统、材料方面有了长足的进步, 同时推动了快速制模 (Rapid Tooling, RT) 和快速制造 (Rapid Manufacturing, RM) 的发展。在制造业日趋国际化的状况下, 缩短产品开发周期和减少开发新产品投资风险, 成为企业赖以生存的关键。因此, 快速成形/快速制模/快速制造技术将会得到进一步的发展。

美国、日本及欧洲发达国家已将快速成型技术应用于航空、宇航、汽车、通信、医疗、电子、家电、玩具、军事装备、工业造型 (雕刻)、建筑模型、机械行业等领域。国内 RP 研究起步于 1991 年左右, 北京隆源自动成型系统有限公司、清华大学、西安交通大学、南京航空航天大学、华中理工大学、上海交通大学、华北工学院等在成型理论、工艺方法、设备、材料、软件等方面做了大量的研究、开发工作。国内的家电行业在快速成型系统的应用上, 走在了国内前列, 如广东的美的、华宝、科龙, 江苏的春兰、小天鹅, 青岛的海尔等, 都先后采用快速成型系统来开发新产品, 收到了很好的效果。

近年来, 国内已较广泛地采用一些新的塑料模具钢, 如 P20、3Cr2Mo、PMS、SM I、SM II 等, 对模具的质量和使用寿命有着直接的、重大的影响, 但总体使用量仍较少。塑料模具标准模架、标准推杆和弹簧等越来越广泛地得到应用, 并且出现了一些国产的商品化的热流道系统元件。但目前我国模具标准化程度和商品化程度一般在 30% 以下, 和国外先进工业国家已达到 70%~80% 相比, 仍有很大差距。

据有关方面预测, 在未来的模具市场中, 塑料模具的发展速度将高于其他模具, 在模具行业中的比例将逐步提高。随着塑料工业的不断发展, 对塑料模具提出越来越高的要求是正常的, 因此精密、大型、复杂、长寿命塑料模具的发展将高于总量发展速度。同时, 由于近年来进口模具中, 精密、大型、复杂、长寿命模具占多数, 所以从减少进口、提高国产化率角度出发, 这类高档模具在市场上的份额也将逐步增大。建筑业的快速发展, 使各种异型材挤出模具、PVC 塑料管材管接头模具成为模具市场新的经济增长点。高速公路的迅速发展, 对汽车轮胎也提出了更高要求, 因此子午线橡胶轮胎模具, 特别是活络模具的发展速度也将高于总平均水平; 以塑代木, 以塑代金属使塑料模具在汽车、摩托车工业中的需求量巨大;

家用电器行业在今后将有较大发展,特别是电冰箱、空调器和微波炉等的零配件的塑料模具需求很大;而电子及通信产品方面,除了彩电等音像产品外,笔记本电脑和网机顶盒将有较大发展,这些都是塑料模具市场的增长点。

我国塑料模具工业和技术今后的主要发展方向包括如下几方面。

(1) 提高大型、精密、复杂、长寿命模具的设计制造水平及比例。这是由于塑料模具成型的制品日渐大型化、复杂化和高精度要求以及因高生产率要求而发展的一模多腔所致。

(2) 在塑料模具设计制造中全面推广应用 CAD/CAM/CAE 技术。CAD/CAM 技术已发展成为一项比较成熟的共性技术,近年来模具 CAD/CAM 技术的硬件与软件价格已降低到中小企业普遍可以接受的程度,为其进一步普及创造了良好的条件。基于网络的 CAD/CAM/CAE 一体化系统结构初见端倪,将解决传统混合型 CAD/CAM 系统无法满足实际生产过程分工协作要求的问题。CAD/CAM 软件的智能化程度将逐步提高。塑料制件及模具的 3D 设计与成型过程的 3D 分析将在我国塑料模具工业中发挥越来越重要的作用。

(3) 推广应用热流道技术、气辅注射成型技术和高压注射成型技术。采用热流道技术的模具可提高制件的生产率和质量,并能大幅度节省塑料制件的原材料和节约能源,所以广泛应用这项技术是塑料模具的一大变革。制订热流道元器件的国家标准,积极生产价廉高质量的元器件,是发展热流道模具的关键。气体辅助注射成型可在保证产品质量的前提下,大幅度降低成本,目前在汽车和家电行业中正逐步推广使用。气体辅助注射成型比传统的普通注射工艺有更多的工艺参数需要确定和控制,而且其常用于较复杂的大型制品,模具设计和控制的难度较大,因此开发气体辅助成型流动分析软件,显得十分重要。

(4) 开发新的塑料成型工艺和快速经济模具,以适应多品种、少批量的生产方式。

(5) 提高塑料模具标准化水平和标准件的使用率。我国模具标准件水平和模具标准化程度仍较低,与国外差距甚大,在一定程度上制约着我国模具工业的发展。为提高模具质量和降低模具制造成本,要大力推广模具标准件的应用。为此,首先要制订统一的国家标准,并严格按标准生产;其次要逐步形成规模生产,提高商品化程度,提高标准件质量,降低成本;再次是要进一步增加标准件规格品种。

(6) 应用优质模具材料和先进的表面处理技术对于提高模具寿命和质量显得十分必要。

(7) 研究和应用模具的高速测量技术与逆向工程。采用三坐标测量仪或三坐标扫描仪实现逆向工程是塑料模具 CAD/CAM 的关键技术之一。研究和应用多样、调整、廉价的检测设备是实现逆向工程的必要前提。

0.2 本课程的性质、任务和学习方法

本课程是高职高专“模具设计与制造”专业的主要专业课之一,它的教学内容与机械制图、公差配合、金属材料及热处理、机械设计基础、模具制造工艺学等课程密切相关。因此,本课程的教学内容有的是在学过上述课程的基础上加以具体应用,有的是在该基础上延展和加深。

本课程的教学内容,围绕模塑成型设备、成型工艺与模具设计三大主题,在教学过程中体现高职高专特色,除讲述必要的基本理论、基本知识之外,还密切联系实际,以培养学生

从事塑料成型工艺编制和模具设计基本技能为核心。本课程的重点内容是“塑料注射模具设计”，本着“由浅入深、循序渐进”的教学原则，在讲述模塑成型设备、成型工艺与模具设计时，可根据各院校专业培养方案课程安排的具体情况，在教学内容上作适当调整。在教学过程中，各校要利用实训和校企合作机会建成以案例和模具现场教学为主的教学方法，利用实物的现场讲解来激发学生的学习兴趣和理解有关知识，同时通过课后让学生进行模具拆装实验来验证所学知识和设计方法，以达到教师在“做中教”，学生在“做中学”的目的，营造实际工程氛围和环境，让学生将课堂知识与实际应用相结合。

塑料模具设计是一项综合运用有关基本知识的技术工作，它与塑料性能、成型工艺、塑件设计、成型设备等紧密关联。因此，本课程还扼要介绍常用塑料的性能及用途，塑料的主要成型方法、基本原理及特点，塑件结构设计的基本原则，成型设备的主要技术规范等内容。

本课程的任务是要求学生掌握常见的塑料注射成型、压缩成型及挤出成型等工艺编制和模具设计，熟悉模具的结构特点、有关设计计算方法以及上述成型工艺方法的基本原理和工艺参数，培养学生具有能够编制塑料成型工艺规程及设计塑料模具的基本能力。

本课程是一门实践性和综合性很强的课程，因此在学习时，学生应注意理论与实践相结合，重视所安排的实训教学各环节。做到学习新内容之前进行预习，认真听讲，做好学习笔记，复习好每次的所学内容，及时完成作业，特别是系列化的作业，以巩固所学内容。充分利用多媒体教学条件和学校的模具陈列室，有条件时还可利用互联网上的资源，加强自身的自学能力，参考有关资料。同时，学习时要善于总结和交流，勤于思考，注意理解基本概念、基本理论，发挥空间想象能力，应用所学相关知识。